



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**NÁVRH MOSTNÍ KONSTRUKCE DÁLNIČNÍHO
MOSTU**

DESIGN OF HIGHWAY BRIDGE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

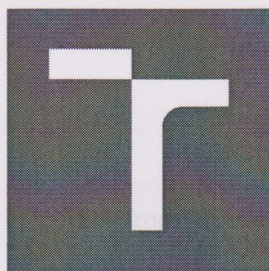
Bc. Lucie Luberová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

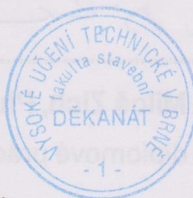
STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVIŠTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Lucie Luberová
NÁZEV	Návrh mostní konstrukce dálničního mostu
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez.

Základní normy:

ČSN 736201 Projektování mostních objektů.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Pro zadanou situaci navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnotíte je. Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedete včetně zohlednění vlivu výstavby mostu na jeho návrh. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

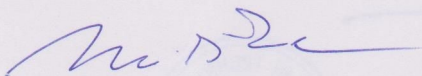
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce je návrh nové nosné mostní konstrukce v Prešovském kraji, okrese Levoča na území Slovenské republiky. Objekt se nachází na dálnici D 26,5/120, na 13,499 795 kilometru a přemostňuje komunikaci III. třídy - 131-00. Cílem je návrh kolmé konstrukce o čtyřech polích, který je vypracován ve třech různých variantách. První variantou je komorový nosník se šikmými stěnami z dodatečně předpjatého betonu výšky 2,480 m. Druhá varianta je navržena jako dvoutrámový nosník a třetí jako jednotrámový. Pro podrobné posouzení byla vybrána první varianta s délkou přemostění 166,000 m. Výpočet účinků zatížení je proveden počítačovým softwarem Scia Engineer a porovnán s ručním výpočtem podle platných norem. Most je navržen dle mezních stavů včetně zohlednění vlivu výstavby na jeho návrh. Je zpracován statický výpočet, přehledná výkresová dokumentace a vizualizace mostu.

Klíčová slova

komorový most, předpjatý beton, spojitý nosník, návrh, statický výpočet, časová analýza, TDA, prutový model, fáze výstavby, výkresová dokumentace, vizualizace

Abstract

The subject of this bachelor's thesis is the design a new supporting bridge construction in Prešovský kraj, district Levoča the territory of Slovak Republic. This object is located on the highway D 26,5/120, at kilometer 13,499 795 and communication of third class – 131-00 bridges. The objective is the design of a perpendicular four-span construction, which is proposed in three variants. The first variant is a chamber girder with inclined walls from post-tensioned concrete height 2,480 m. The second variant is composed of two beamed cross-section and the third variant is composed of one beamed cross-section. For detailed assessment the first variant was chosen with a length of bridging of 166,000 m. The calculation of load effects is done by software Scia Engineer and compared with a manual calculation according to current standards. This bridge is designed according to limit states, Vypracovala: Bc. Lucie Luberová -4- Akademický rok: 2016/2017

construction's influence on design is taking into consideration. Structural analysis, well arranged drawings and visualization are elaborated in this thesis too.

Keywords

Chamber girder, prestressed concrete, continuous beam, design, structural analysis, time analysis, TDA, spatial bar model, construction phases, drawing documentation, visualization

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Lucie Luberová *Návrh mostní konstrukce dálničního mostu*. Brno, 2017. 33 s., 326 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

Bc. Lucie Luberová
autor práce

Poděkování

Tímto chci poděkovat svému vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D, za odborné rady při řešení problémů, metodické vedení práce a v neposlední řadě za trpělivost a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky na konzultacích. Velice ráda bych také poděkovala Ing.Tomášovi Luberovi, Ing. Maránu Varjúovi a celé své rodině za všestrannou podporu po celou dobu mého studia. Dále mé poděkování patří všem respondentům, kteří mi poskytli nepostradatelné informace.

OBSAH:

Úvod	11
1. Navržené studie	12
1.1 Studie A	12
1.2 Studie B	12
1.2 Studie C	13
Průvodní a technická zpráva	14
2. Všeobecná část	14
2.1 Identifikační údaje mostu	14
2.2 Základní údaje mostu	15
3. Most a jeho umístění	16
3.1 Charakter převáděné komunikace	16
3.2 Šířkové uspořádání na mostě	16
3.3 Územní podmínky	17
3.4 Geologické poměry a hydrogeologické poměry	17
4. Stavebně-technické řešení	18
4.1 Popis konstrukce mostu	18
4.2 Zemní práce	18
4.3 Založení mostu	18
4.4 Spodní stavba	19
4.5 Přechodové desky	19
4.6 Podrobný popis vybrané konstrukce	20
4.7 Příslušenství	21
4.8 Odvodnění mostu	22
4.9 Skladba vozovky	22
4.10 Římsy	23
4.11 Obslužné schodiště	23
4.12 Statické posouzení	23
5. Výstavba mostu	24
5.1 Technologie výstavby	24

6. Materiály	27
6.1 Beton	27
6.2 Betonářská výztuž	27
6.3 Předpínací výztuž	27
7. Bezpečnost a ochrana	27
8. Vliv stavby na životní prostředí	27
Závěr	29
Seznam použitých zdrojů	30
Seznam příloh	32

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením nové nosné mostní konstrukce v zadané lokalitě. V rámci projektu byly vypracovány tři různé studie návrhu konstrukce. Ze tří variant byla vybrána Studie A, komorový průřez se šikmými stěnami z dodatečně předpjatého betonu výšky 2,480 m a délkou přemostění 166,000 m. Pro každý směr je vybudována samostatná nosná konstrukce, kdy pro práci je uvažována pouze levá nosná konstrukce. Tato varianta je rozpracována podrobně. Most byl navržen jako přímý o čtyřech polích, přemostující komunikaci třetí třídy 131-00.

Studie A je staticky posuzovaná na mezní stavy únosnosti a použitelnosti, následně je k ní vypracována přehledná i podrobná výkresová dokumentace, součástí práce je i vizualizace. Důraz je kladen především na statický návrh nosné konstrukce, výpočet je uvažován s časovou analýzou fázované výstavby. Statický model nosné konstrukce byl vytvořen jako 3D prutový model, „konstrukce obecná XYZ“, za účelem přesného zpracování účinků od zatížení a také kroucení. Následně byl vytvořen 2D prutový model jako „rám XZ“ pro přesný návrh předpětí a nakonec byl sestaven 2D prutový model jako „rám XZ“ za účelem posouzení příčného směru. Mostní konstrukce je posuzována dle platných norem.

1. NAVRŽENÉ STUDIE

V rámci diplomové práce byly navrženy tři studie. Jedná se o jednokomorový nosník, dvoutrámový nosník a jednostrámový nosník. Všechny varianty byly uvažovány jako dodatečně předpjaté. Jednotlivé studie jsou zpracovány v příloze P.1.2 Studie. Na základě uvedených důvodů byla vybrána a podrobně zpracována studie A – komorový nosník.

1.1 Studie A – KOMOROVÝ NOSNÍK

V této variantě je konstrukce navržena jako komorový nosník z dodatečně předpjatého betonu. Celková výška nosníku činí 2,480 m. Průřez má zešíkmené stěny šířky 0,7 m v poli a 0,850 m v místě náběhu u podpory. Horní deska má proměnnou tloušťku od 0,250 – 0,500 m. Spodní deska má tloušťku 0,300 m a směrem od pilíře je náběhovaná na délce $0,2 \cdot L$ až na šířku 0,500 m. Vyložení krajních konzol je 3,634 m a šířka komory ve spodní části je 6,376 m. Celková šířka konstrukce činí 13,490 m. V příčném směru je konstrukce vyspádovaná ve sklonu 2,5% směrem k ose odvodnění. Uložení příčníků na podpěrách je přímé. Uložení je zprostředkováno pomocí dvou ložisek na každé opěře. Konstrukce má čtyři pole, z toho krajní pole mají 35 m a střední 49 m rozpětí, celkové rozpětí tedy činí 168 m.

Jednokomorové nosníky jsou vhodné až do rozpětí až 60 m. Jelikož konstrukce nevyžaduje mnoho podpěr, nebrání tedy bezpečným rozhledům na přemostované komunikaci, navíc je esteticky velice příznivá. Vzhledem k přemostovaným překážkám a možnostem umístění podpěr je pro další zpracování vybrána tato varianta. Je možné navrhnout pilíře v dostatečné a více bezpečné vzdálenosti od přemostované komunikace, než u jednostrámového nosníku. Nevýhodou této volby je však pracnost provedení.

1.2 Studie B – DVOTRÁMOVÝ NOSNÍK

Nosnou konstrukci tvoří v příčném směru dvotrám s osovou vzdáleností trámů 6,210 m. Celková výška konstrukce je 2,100 m a je konstantní po celé délce mostu. Šířka trámů je proměnná, v místě uložení je šířka trámu 1,200 m a na výšku 1,600 m se rozšíří na 2,200 m. Vložené konzoly mají na koncích šířku 0,250 m, která se směrem k trámu zvyšuje na 0,500 m. Deska mezi trámy má minimální šířku 0,250 m,

poté se postupně rozšiřuje směrem k trámům. Celková šířka nosníku je 13,490 m. Konstrukce má čtyři pole, z toho krajní pole mají 36 m a střední 48 m rozpětí, celkové rozpětí tedy činí 168 m. Uložení příčnicku přímé. V příčném směru je konstrukce vyspádovaná ve sklonu 2,5% směrem k ose odvodnění.

Dvoutrámové konstrukce jsou vhodnější zejména pro menší rozpětí. Z hlediska pracnosti, je to však nejjednodušší varianta. Konstrukce má však značnou nevýhodu a to v nutnosti velkého množství podpěr nebo tzv. „lesu stojek.“ Vzhledem k přemostění křižovatky komunikace a tudíž možnému bránění bezpečnému rozhledu, není tato varianta vhodná.

1.3 Studie C – JEDNOTRÁMOVÝ NOSNÍK

Třetí variantou je jednotrámový nosník z dodatečně předpjatého betonu. Trám má šířku spodní desky 4 m a výšku 1,500 m. Od spodní desky se trám rozšiřuje ve tvaru paraboly na délce 1,600 m a přechází v desku tloušťky 0,410 m, která se postupně snižuje až na 0,250 m. Šířka celého nosníku je 13,490 m. Uložení je dvoubodově na podpěrách. V příčném směru je konstrukce vyspádována ve sklonu 2,5% směrem k ose odvodnění. Konstrukce má 7 polí, z toho čtyři krajní pole mají 20,250 m a střední tři mají 29 m rozpětí, celkové rozpětí tedy činí 168 m.

Jednotrámové konstrukce bez náběhu jsou vhodné pro menší rozpětí, cca do 30 m. Tato varianta je ze všech nejméně pracná, přesto je méně vhodná než předchozí studie jelikož jsou podpěry blíže přemostované silnici. Z pohledu bezpečnosti by bylo nutné další posouzení této skutečnosti. Stejně, jako předchozí varianta, průřez vyžaduje buď větší množství podpěr, nebo jednu masivní, což nemá kladný estetický výsledek při zasazení konstrukce do přírody.

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

2. VŠEOBECNÁ ČÁST

2.1 Identifikační údaje mostu

Název stavby:	Komorový most na dálnici D1, usek Jánovce – Jablonov, Slovenská republika
Název Objektu:	Návrh mostní konstrukce dálničního mostu
Okres:	Levoča
Kraj:	Prešovský
Stát:	Slovenská republika
Katastrální území:	Doľany
Převáděná komunikace:	D1
Kategorie:	D 26,5/120
Přemostřovaná překážka:	komunikace III. třídy - 131-00
Staničení D1:	13,499 795 km
Úhel křížení:	80,0504°
Volná výška pod mostem:	19,885m
Objednavatel:	Slovenská správa ciest Miletičova 19 P.O.BOX 19, 826 19 Bratislava Slovenská republika
Investor:	Slovenská správa ciest Miletičova 19 P.O.BOX 19, 826 19 Bratislava Slovenská republika
Nadřízený orgán investora:	Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálního rozvoja
Vypracovala: Bc. Lucie Luberová	-14- Akademický rok: 2016/2017

Slovenskej republiky, Námestie slobody č.6
810 05 Bratislava
P.O.BOX 100, Slovenská republika

Uvažovaný správce mostu:

Slovenská správa ciest
Miletičova 19
P.O.BOX 19, 826 19 Bratislava
Slovenská republika

Projektant:

Bc. Lucie Luberová
Ve Svahu 783/19, 734 01
Karviná – Ráj, Česká republika

2.2 Základní údaje mostu

spojitý nosník o čtyřech polích s komorovým průřezem

Délka přemostění:	166,000m
Délka mostu:	185,600m
Délka nosné konstrukce:	170,000m
Počet polí:	4
Rozpětí jednotlivých polí:	35,000 + 2*49,000 + 35,000m
Šikmost mostu:	most v oblouku 10 000,000m
Celková šířka mostu:	29,900m
Šířka nosné konstrukce:	13,490m
Šířka mezi zvýšenými obrubami:	11,750m
Šířka chodníku L/P:	1,700m
Stavební výška ve středu komunikace:	2,590m
Úložná výška:	3,050m
Výška nosné konstrukce:	2,480m
Výška mostu:	20,200m
Plocha mostu:	2180,800m ²
(šířka mostu mezi obrubami x délka mostu)	
Plocha nosné konstrukce:	2293,300m ²

(šířka nosné konstrukce x délka nosné konstrukce)

Zatížení mostu uvažováno pro pozemní komunikace: skupina 1.

(dle ČSN EN 1991-1-2)

3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

3.1 Charakter převáděné komunikace

Most se nachází v blízkosti města Spišský Hrhov na Slovensku a má za úkol převádět dopravu z Jánovec do Jablonova a naopak. Jedná se o směrově rozdělenou komunikaci D 26,5/120, jež přemostňuje komunikaci III. třídy 131-00. Dálnice je v přímé a niveleta klesá v podélném směru pod proměnným sklonem od 1,6% do 3,3% směrem na Jablonov. Vozovka má v příčném směru jednostranný sklon 2,5% po celé délce mostu ve směru osy odvodnění. Římsy mají příčný sklon 4% a chodníky 2% směrem do vozovky. Výškově leží dálnice v zakružovacím údolnicovém oblouku o poloměru $R = 10\,000\text{ m}$.

3.2 Šířkové uspořádání na mostě

Monolitický chodník:	1,700m
Krajnice:	3,000m
Vodící proužek:	0,250m
Jízdní pruh:	3,750m
Jízdní pruh:	3,750m
Vodící proužek:	0,500m
Střední dělicí pás:	3,000m
Zpevněná krajnice:	0,500m
Římsa:	0,800m
Zrcadlo:	1,400m
Římsa:	0,800m
Zpevněná krajnice:	0,500m
Vodící proužek:	0,500m
Jízdní pruh:	3,750m
Jízdní pruh:	3,750m
Vodící proužek:	0,250m

Monolitický chodník: 1,700m
Celkem: 29,900m

3.3 Územní podmínky

Most je v daném místě dálnice D 26,5/120 v 13,499 795 km situován v extravilánu. Nachází se přibližně 700m od obce Spišský Hrhov. Konstrukce se nachází ve zvlněném terénu v nadmořské výšce přibližně 547 m.n.m. Terén podél komunikace stoupá v jednostranném příčném sklonu směrem na Spišský Hrhov.

3.4 Geologické poměry a hydrogeologické poměry

Inženýrsko-geologické a hydro-geologické poměry v místě stavby jsou stanoveny pomocí pěti geologicky vrtaných sond. Geologický profil je zakreslen v příslušných výkresech a je součástí zadaných podkladů pro návrh stavby mostního díla. Byly zjištěny následující geologické profily:

VRT 215/1		VRT 215/3		VRT 215/5	
0,0 – 0,9	Cl,t	0,0 – 2,5	Cl,t	0,0 – 0,9	Cl,t
0,9 – 1,8	R6	2,5 – 3,4	CS,t	0,9 – 1,9	Cl,p
1,8 – 2,8	R5	3,4 – 6,6	Cl,t	1,9 – 3,0	R6
2,8 – 9,8	R4	6,6 – 8,7	R6	3,0 – 7,3	R5
9,8 – 10,5	R4	8,7 – 11,3	R5	7,3 – 8,2	R4
10,5 – 11,8	R4	11,3 – 20,00	R4	8,2 – 20,00	R3
11,8 – 20,00	R4				

VRT 215/7		VRT 215/9	
0,0 – 1,1	CS,p	0,0 – 2,0	Cl,t
1,1 – 2,4	Cl,p	2,0 – 3,1	Cl,p
2,4 – 3,1	R6	3,1 – 4,0	R6
3,1 – 8,0	R4	4,0 – 7,2	R5
8,0 – 20,00	R3	7,2 – 10,5	R4
		10,5 – 20,00	R3

4. STAVEBNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

4.1 Popis konstrukce mostu

Most je navržen jako spojitá konstrukce o čtyřech polích, kde krajní pole mají rozpětí 35 m a vnitřní 49 m. Nosnou konstrukci tvoří jednokomorový nosník, který je v podélném směru předeprnut. Most je uložen na dvou krajních opěrách a vnitřních podpěrách, jež tvoří sloupy. Založení opěr i podpěr je na pilotách.

Jako první bude proveden podkladní beton tloušťky 0,200m z betonu třídy C12/15, prostředí XA1. Opěry z betonu třídy C25/30, prostření XC4, XD1, XF2. Úložný práh má výšku 0,800m a je proveden taktéž z betonu třídy C25/30 a vyztužen betonářskou výztuží B500B. Opěry jsou založeny na ŽB pilotách o průměru 1200 mm z betonu C35/40, prostředí XA1.

4.2 Zemní práce

Před zahájením stavebních prací bude nutné sejmout ornici okolo 0,1 m. Ta bude nadále převezena a uskladněna v blízkosti stavby a v konečné fázi výstavby bude opětovně využita pro ohumusování svahů a zelených ploch, které je nutné zatravnit semenem. Po vytyčení spodní stavby budou provedeny zemní práce, odtěžení horniny za účelem zhotovení základových konstrukcí.

4.3 Založení mostu

Na základě dostupných informací o geologických poměrech můžeme předpokládat výskyt zvětralých a značně rozpukaných granulitů, z tohoto důvodu je nutno navrhnout hlubinné základy. Založení mostu je na velkopřůměrových pilotách o Φ 1,200 m, délce 29 m nad krajními opěrami a 12,550 m nad vnitřními sloupy. Piloty jsou tvořeny betonem třídy C35/40, prostření XA1, pod každou z podpěr je navrženo 9 pilot.

Základové pásy jsou navrženy z betonu C 25/30, prostředí XA1, XC2, XF1 a jsou uloženy na podkladovém betonu tloušťky 0,200m z betonu třídy C12/15, prostředí XA1. Výška základu pod opěrami činí 1,8 m a šířka 8,5 m. Horní hrany základových pásů jsou v hloubce cca 1 m pod úrovní stávajícího terénu a jsou vyspárovány ve sklonu 4% směrem od opěry.

4.4 Spodní stavba

Opěry jsou provedeny jako nízké, obsypané a monolitické z betonu třídy C25/37, prostředí XC4, XD1, XF2 s krátkými křídly. Podkladní beton je v tloušťce 0,2 m s rozměrem o 0,250 m větším, než je půdorysný rozměr základu. Tloušťka dříku opěry je 2,2 m. Horní povrch úložných prahů je skloněn ve spádu 4% směrem k závěrné zídce, kde je vytvořen půlkruhový žlábek průměru 0,1 m vyvedený přes líc opěry s přesahem min. 0,050 m. Závěrná zídka tloušťky 0,650 m je vybetonovaná do horní úrovně nosné konstrukce, kde se rozšiřuje na 1,040 m za účelem osazení mostního závěru. Pro uložení nosné konstrukce a správné osazení ložisek, jsou na úložném prahu vytvořeny ložiskové bloky.

Za opěrami bude provedena drenážní vrstva z nenamrzavé zeminy, rub opěr a křídel bude opatřen izolací proti zemní vlhkosti z modifikovaných asfaltových nátěrů s ochranou geotextilií. Přejížděcí oblast je tvořena štěrkovým klínem frakce 0,32 ve sklonu 1:10 a ztuhlým na 100%. Proctor Standart po vrstvách max. 0,3 m. Do úrovně drenáže bude provedena těsnicí vrstva z nepropustného materiálu. Všechny zasypané plochy spodní stavby budou opatřeny nátěrem proti zemní vlhkosti.

Vnitřní podpěra je tvořena osmiúhelníkovým sloupem o poloměru 1,1 m. Směrem k nosné konstrukci se sloup rozdvíjí na dva osmiúhelníky, jež každý tvoří podporu pro jedno hrncové ložisko. Každý z osmiúhelníků má poloměr 1,1 m a celková šířka sloupu v příčném směru činí 4,940 m a v podélném pouze 2,2 m. Výška sloupu je proměnná, pohybuje se okolo 18 m. Za účelem uložení nosné konstrukce a správného osazení ložisek, jsou na úložném prahu vytvořeny ložiskové bloky. Podpěry jsou provedeny také z monolitického betonu třídy C25/37, prostředí XC4, XD1, XF2.

4.5 Přejížděcí desky

Nerovnoměrné sednutí násypu za opěrami je omezeno pomocí přejížděcích desek uložených na opěrách. Jsou zde navrženy přejížděcí desky délky 5,5 m z betonu C 25/30, prostředí XF2, provedeny na šířku mezi křídly mostu s přerušením v místě zrcadla. K opěrám jsou připojeny pomocí vrubového kloubu. Tloušťka desky činí 0,4 m, podélný spád je 10% a jsou uloženy na podkladní beton třídy C 12/15 tloušťky 0,15 m.

4.6 Podrobný popis vybrané konstrukce

Podélný směr

Jedná se o nosnou konstrukci tvořenou komorovým průřezem z dodatečně přepjatého betonu náběhováním v blízkosti ložisek. Celková výška nosníku činí 2,480 m. Průřez má zešíkmené stěny šířky 0,700 m v poli a 0,850 m v místě náběhu u podpory. Horní deska má tloušťku proměnnou od 0,250 – 0,500 m. Spodní deska má tloušťku 0,300 m a směrem od pilíře je náběhovaná na délce $0,2 \cdot L$ až na šířku 0,500 m. Vyložení krajních konzol je 3,634 m a šířka komory ve spodní části je 6,376 m. Celková šířka konstrukce činí 13,490 m. Uložení příčnicku na podpěrách je přímé. Uložení je zprostředkováno pomocí dvou ložisek na každé opěře. Konstrukce má čtyři pole, z toho krajní pole mají 35 m a střední 49 m rozpětí, celkové rozpětí tedy činí 168 m.

Nosná konstrukce je uvažována jako přímý, spojitý nosník na hrncových ložiscích, jenž přenáší zatížení z nosné konstrukce do spodní stavby. Podélný sklon je proměnný od 1,6 do 3,3%. Konstrukce je v podélném směru vyztužena přepínací výztuží Y 1860 S7 – A tak, aby byly splněny podmínky pro mezní stav únosnosti a použitelnosti a dovyztužena konstrukční betonářskou výztuží. Trasování kabelů je provedeno tak, aby výsledné předpětí maximálně vyrovnávalo stálé zatížení nosné konstrukce a co nejvíce omezilo vznik přetvoření nosné konstrukce. Předpínáno je z jedné strany, vždy z konce, respektive z pracovní spáry. Výškově leží dálnice v zakružovacím údolnicovém oblouku o poloměru $R = 10\,000$ m.

Příčný směr

Konstrukce je v jednostranném sklonu 2,5%, čímž se zajistí správné odvodnění vozovky ve směru odvodnění. Most je v příčném směru vyztužen betonářskou výztuží B500B a předpínacími tyčemi. Konstrukce je po obou stranách opatřena ŽB monolitickými římsami, délky 1,7 m na jedné a 0,8 m na druhé straně. Sклон chodníku je 2% a římsy 4% směrem do vozovky. Na římsách jsou instalovány zábradelní svodidla svodidla typu JSMNH4/H2. Na chodníku pouze pravého mostu je osazeno ocelové trubkové zábradlí. Na chodníku pouze levého mostu je osazena protihluková stěna. Na obou stranách je římsa vyvýšena o převýšení 0,150 m nad vozovku.

4.7 Příslušenství

Ložiska

Nosná konstrukce je uvažována jako spojitě podepřená na hrncových ložiscích o rozměrech 0,865 x 0,865 x 0,162 m, jež přenáší zatížení z nosné konstrukce do spodní stavby. Ložiska od firmy Freyssinet typ TETRON CD v závislosti na maximálním namáhání v tlaku s nulovou deformací mají únosnost 12 000 kN. Rozteč ložisek činí 3,820 m. Konstrukce je uložena na deseti ložiscích, kdy na každé opěře jsou dvě ložiska. Během výstavby je posunu konstrukce zabráněno dočasným pevným ložiskem umístěným na opěře 1 ve směru výstavby, které je při budování II. fáze nahrazeno všesměrně pohyblivým ložiskem, jelikož pevné ložisko bude umístěno na podpěře 3 jako ve finálním statickém působení. Důležité je, aby ve výsledném statickém působení bylo pevné a posuvné ložisko na proti sobě v jedné ose umístěné na střední podpěře.. Pod ložisky jsou vytvořeny betonové nálitky o rozměrech 0,975 x 0,975m.

Uspořádání ložisek ve směru výstavby:

	<u>Pravé ložisko</u>	<u>Levé ložisko</u>
Opěra 1	Všesměrně posuvné	Jednosměrně posuvné
Opěra 2	Všesměrně posuvné	Jednosměrně posuvné
Opěra 3	Jednosměrně posuvné	Pevné
Opěra 4	Všesměrně posuvné	Jednosměrně posuvné
Opěra 5	Všesměrně posuvné	Jednosměrně posuvné

Mostní závěry

Na obou koncích nosné konstrukce budou provedeny povrchové netěsněné hřebenové mostní závěry. Mostní závěry musí umožňovat podélný posun s uvážením 1,3 násobku účinků smršťování, dotvarování, teploty a vodorovných sil od zatížení dle ČSN EN 1992-2.

Zábradlí

Na chodníku pouze pravého mostu je osazeno ocelové trubkové zábradlí. Je umístěno ve vzdálenosti 1,250 m od okraje chodníku. Výška zábradlí je 1,100 m nad povrchem a zároveň minimálně 1,100 nad vozovkou.

Protihluková stěna

Na chodníku pouze levého mostu je osazena protihluková stěna. Je umístěna ve vzdálenosti 1,250 m od okraje chodníku. Výška protihlukové stěny je 2,0 nad povrchem ve staničení 13,190 až 13,620 m. Je umístěna směrem na město Spišský Hrhov.

Záchytné systémy

Na římsách jsou instalovány zábradelní svodidla svodidla typu JSMNH4/H2, kotvená do chodníku pomocí předem osazených ocelových kotevních přípravků. Výška svodidla je minimálně 1,200m nad úrovní vozovky. Jedná se o svodidla se schopností vyššího zadržení při bočním nárazu. Jejich účelem je zajistit bezpečnost chodců na nouzovém chodníku.

4.8 Odvodnění mostu

Povrchová voda je odvedena pomocí příčného jednostranného sklonu vozovky 2,5% a podélného proměnného sklonu nivelety od 1,6 do 3,3% směrem k ose odvodnění. Povrch chodníku je možné odvodnit pomocí příčného sklonu 2% směrem do vozovky a povrch římsy pomocí 4% sklonu směrem do vozovky. Srážková voda je odvedena pomocí mostních odvodňovačů a skrze ně do podélného odvodňovacího potrubí z PVC DN 200 a svislých svodů dále do příkopů pod mostem. Odvodňovače jsou umístěny nad pilíři a v polovině rozpětí pole. U opěr je srážková voda odvedena skluzy z betonových tvárnic do vývařiště u paty násypu. Závěrná zeď je odvodněna pomocí žlábků o průměru 0,100m v příčném spádu 0,5%. Vrchní povrchy základových patek jsou šikmé o sklonu 5%.

4.9 Skladba vozovky

Vozovka je navržena v příčném jednostranném sklonu 2,5% a podélném sklonu 1,6-3,3% z důvodu odvodnění povrchové vody z vozovky. Důležité je zajistit spojitost mezi jednotlivými vrstvami a také mezi izolací a nosnou konstrukcí.

Na mostovce bude vytvořena jednovrstvá izolace z NAIP tak, aby se v žádném místě nedostala voda na nosnou konstrukci. Izolace je celoplošná a její povrch je odvodněn v blízkosti obrub odvodňovacími trubičkami. Části opěr se opatří penetračním nátěrem proti zemní vlhkosti.

Asfaltový beton pro obrusnou vrstvu ACO 11+	60mm
Spojovací postřík z emulze PSE 0,30 Kg/m ²	
Asfaltový beton pro ložní vrstvu ACL 16+	40mm
Spojovací postřík z emulze PSE 0,30 Kg/m ²	
Infiltrační postřík z emulze PI 0,80 Kg/m ²	
Izolační vrstva z asfaltových pásů NAIP	10mm
<u>Pečetící vrstva se speciální epoxidovou pryskyřicí</u>	
Celkem	110mm

4.10 Římsy

Na mostě jsou navrženy monolitické římsy z betonu C 35/45, prostředí XC4, XD1, XF4. Šířka vnější římsy je 1,7 m a je pod sklonem 2% k ose odvodnění. Na levém mostě je na ní ukotveno zábradelní svodidlo a protihluková stěna a na pravém mostě je na ní ukotveno zábradelní svodidlo a ocelové trubkové zábradlí ses svislou výplní. Na této římse je vyhrazen nouzový chodník šířky 0,75 m. Šířka vnitřní římsy činí 0,8 m a je pod sklonem 4% směrem k ose odvodnění, na obou mostech je na ní ukotveno zábradelní svodidlo. Zvýšená obruba je oproti vozovce vyvýšena o 0,15 m. Hrana nosu je ve sklonu 20% směrem od konstrukce a jeho výška činí 0,730 m a šířka 0,250 m.

4.11 Obslužné schodiště

Z důvodu revize a snadného přístupu ke kontrolnímu otvoru jsou navrženy revizní schodiště. Jsou sestaveny z betonu C 25/30 o šířce 0,750 m. Jedno revizní schodiště je umístěno na každé příjezdové straně.

4.12 Statické posouzení

Ze statického hlediska je hlavní důraz kladen na návrh a posouzení nosné konstrukce mostu, výpočet je uvažován s časovou analýzou fázované výstavby. Analýza konstrukce proběhla ve výpočtovém softwaru Scia engineer 2016, kde za účelem získání vnitřních sil bylo použito několik modelů. Statický model nosné konstrukce byl vytvořen jako 3D prutový model, „konstrukce obecná XYZ“, za účelem přesného zpracování účinků od zatížení a posouzení účinků kroucení. Následně byl vytvořen 2D prutový model jako „rám XZ“ pro přesný návrh předpětí s analýzou TDA a nakonec byl

sestaven 2D prutový model jako „rám XZ“ za účelem posouzení příčného směru. Posouzení bylo vykonáno ručně s pomocí tabulkových editorů. Mostní konstrukce je posuzována dle platných norem. Podrobný výpočet viz Příloha „P.4. Statický výpočet.“

5. VÝSTAVBA MOSTU

5.1 Technologie výstavby

Postup výstavby mostu:

Celková délka výstavby je stanovena na 59 dní a je rozdělena do těchto fází. Výstavba postupuje proti směru staničení směrem na Jánovce ve stoupajícím podélném sklonu.

Jelikož se jedná o most délky 170 m, je nosná konstrukce betonována na pevné skruži po jednotlivých fázích. Výstavba každé fáze trvá 16 dní. Směr výstavby je proti podélnému spádu směrem od obce Jablonov. Pracovní spára je volena 10,6 m od uložení v prvním a druhém taktu a 7,8 m od uložení v třetím taktu. V pracovní spáře se kotví vždy polovina kabelů. Průběžné kabely jsou, s ohledem na manipulaci a jejich hmotnost, spojovány plovoucími spojkami vždy cca 2 m za PS. Předepnutí kabelů je realizováno vždy 7. den po vybetonování dané fáze.

Fáze 0 – Přípravné práce

Je nutné nejdříve řádně připravit staveniště sejmutím skryvky ornice a jejím odvozem do deponie, geodetického zaměření mostu a provedením hrubých zemních prací. V místě začátku a konce staničení konstrukce se provedou výkopové práce za účelem založení opěr. V místě krajních opěr se vybudují konsolidační násypy, které se časem částečně odtěží pro umožnění stavby spodní stavby opěr. Následuje začištění základové spáry a následné zhotovení vrtaných pilot i s betonáží. Dále tvorba bednění pro základovou konstrukci, betonáž, odbednění, taktéž výstavba dříků opěr, pilířů a křídel, v neposlední řadě kontrolní zaměření podpěr. Proveďte se hydroizolace na všech zasypávaných plochách a prostory za opěrami se po úroveň úložného prahu zasypou zeminou. Základy pilířů je nutné zasypat úplně a důsledně zhutnit. Následuje dobetonávka úložných prahů a osazení ložisek.

Fáze 1 – Betonáž 1. Pole

Zbudování podkladního betonu pod skruž a tvorba pevné skruže, jež je tvořena systémem stojek a nosníků. Přesné zaměření polohy bednění, armování betonářské výztuže a rozmístění přepínacích kanálků, dokončené betonáží.

Fáze 2 – Částečné předepnutí 1. Pole

Po sedmi dnech od betonáže dojde k dodatečnému předepnutí konstrukce. Každá fáze se předepíná polovinou kabelů. Po předepnutí kabelů dojde k částečnému odkružení, v prvním poli se ponechají pouze dvě montážní podpěry a bednění se přesune do následné fáze.

Fáze 3 – Betonáž 2. Pole

Zbudování podkladního betonu pod skruž a tvorba pevné skruže, armování betonářské výztuže, rozmístění přepínacích kanálků, dokončené betonáží.

Fáze 4 – Dopnutí 1. Pole a částečné předepnutí 2. Pole

Následující fáze je předepnuta v čase dvaceti-tři dní po vybetonování fáze předchozí. V této době je předchozí fáze předepnuta všemi kabely, tudíž se mohou montážní podpěry odstranit. Montážní podpěry jsou umístěny ve třetinách rozpětí jednotlivých polí, avšak ve druhém poli jsou umístěny s ohledem na přemostovanou komunikaci. Předepnutí poloviny kabelů 3. pole a demontáží montážních podpěr 1. pole, v 2. poli se ponechají pouze dvě montážní podpěry a bednění se přesune do následné fáze. Při výstavě je vodorovný posun mostu zachycen pevným ložiskem na první opěře.

Fáze 5 – Betonáž 3. Pole

Zbudování podkladního betonu pod skruž a tvorba pevné skruže, armování betonářské výztuže, rozmístění přepínacích kanálků, dokončené betonáží.

Fáze 6 – Dopnutí 2. Pole a částečné předepnutí 3. POLE

Následující fáze je předepnuta v čase dvaceti-tři dní po vybetonování fáze předchozí. V této době je předchozí fáze předepnuta všemi kabely, tudíž se mohou montážní podpěry odstranit. Předepnutí poloviny kabelů 3. pole a demontáží

montážních podpěr 2. pole, v 3. poli se ponechají pouze dvě montážní podpěry a bednění se přesune do následné fáze. Po 2. fázi se pevné ložisko přesune na pilíř P3 a na první opěru umístí ložisko posuvné.

Fáze 6 – Betonáž 4. Pole

Zbudování podkladního betonu pod skruž a tvorba pevné skruže, armování betonářské výztuže, rozmístění přepínacích kanálků, dokončené betonáží.

Fáze 7 – Dopnutí 3. Pole a částečné předepnutí 4. Pole

Následující fáze je předepnuta v čase dvaceti-tři dní po vybetonování fáze předchozí. V této době je předchozí fáze předepnuta všemi kabely, tudíž se mohou montážní podpěry odstranit. Předepnutí poloviny kabelů 4. pole a demontáží montážních podpěr 3. pole, v 4. poli se ponechají pouze dvě montážní podpěry a bednění se odstraní.

Fáze 8 – Dopnutí 4. Pole

Předepnutí poslední fáze nosné konstrukce.

Fáze 9 – Odstranění montážních podpěr 4. Pole

Po čtyřech dnech od dopnutí 4. pole dojde k odstranění montážních podpěr z poslední fáze.

Fáze 10 –Dokončovací práce

Dobetonávka závěrné zídky na opěrách, prostory za závěrnými zídkami se zasypou a zhutní vhodnou zeminou. Následně se vybetonuje přechodová deska. Montáž dilatačních závěrů a provedení izolace mostovky. Vnesení ostatního stálého zatížení, osazení říms, zábradlí, zábradelních svodidel a protihlukové stěny. Osazení mostních odvodňovačů a provedení krytu vozovky a vodorovného značení. Dokončovací práce včetně osetí svahů travním semenem. Nakonec budou provedeny terénní úpravy pod mostem, vybudování schodiště, skluzů, dlažby.

Fáze 11 –Zatěžovací zkouška

Provedení zatěžovací zkoušky na hotové konstrukci před uvedením do provozu.

6. MATERIÁLY

6.1 Beton

Třídy betonu a vlivy prostředí pro jednotlivé části mostní konstrukce:

Vrtané piloty	C25/30 – XA1
Podkladní beton	C25/30 – XA1
Základy	C30/37 – XA1, XC2, XF1
Podpěry a opěry	C30/37 – XC4, XD1, XF2
Podložiskový blok	C30/37 – XC4, XD1, XF2
Nosná konstrukce v PB	C35/45 – XC4, XD1, XF4
Monolitická římsa	C35/45 – XC4, XD1, XF4

6.2 Betonářská výztuž

Pro všechny části konstrukce bude použita betonářská výztuž B500B

6.3 Přepínací výztuž

Pro předpínací výztuž jsou použita lana Y1860 S7 - 15,7 - A. Jako kabelové kanálky jsou použity korugované ocelové kanálky pro vnitřní předpětí se soudržností s holými neošetřenými lany a injektáží cementovou maltou FRYSSILOW HP 215 s vysokou stabilitou od firmy Freyssinet. Tyto kanálky jsou navrženy přímo pro kompaktní (aktivní) kotvy FREYSSINET 22C15, vícelanové pevné spojky FREYSSINET CU 22C15 a vícelanové plovoucí (kluzné) spojky FREYSSINET CM 22C15. Pro předepnutí kabelů bude použito napínacího lisu FREYSSINET C 1000 na typ kabelu 22C15.

7. BEZPEČNOST A OCHRANA

Během výstavby je nutno zabezpečit bezpečnost a ochranu při práci, požární ochranu a hygienu při práci. Dále je nutno dodržovat všechny příslušné zákonné ustanovení, předpisy, normy a předepsané pracovní postupy.

8. VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Při výstavbě je kladen důraz na snížení prašnosti a bezpečné skladování nebezpečných látek. Na staveništi je nutno zabránit šíření chemikálií do okolního

prostředí, vzniklé únikem pohonných látek, olejů a jiných prostředků. Projekt je navržen tak, aby mostní objekt nepoškozoval charakter životního prostředí při provozu i výstavbě. Stavební dílo se nenachází na území ochranného pásma či přírodní rezervace.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout novou mostní konstrukci v Prešovském kraji, okrese Levoča na území Slovenské republiky. Objekt se nachází na dálnici D 26,5/120, na 13,499 795 kilometru a přemostňuje komunikaci III. třídy - 131-00. Cílem je návrh dodatečně předpjaté kolmé konstrukce o čtyřech polích, který je vypracován ve třech různých variantách. Pro podrobné posouzení byla vybrána varianta jednokomorového nosníku s délkou přemostění 166,000 m. Výpočet účinků zatížení je proveden počítačovým softwarem Scia Engineer a porovnán s ručním výpočtem podle platných norem. Ve výpočtu je provedeno posouzení mezního stavu únosnosti a použitelnosti v rozhodujících místech konstrukce. Dále je konstrukce navržena na účinky kroucení a je řešen příčný směr. V místě uložení je pomocí metody S&T navržen a dimenzován příčník. Ve statickém výpočtu je zohledněn vliv výstavby na návrh konstrukce mostu a byla provedena časová analýza TDA. Navržená konstrukce vyhovuje ve všech posuzovaných částech výpočtu. Je zpracován statický výpočet, přehledná výkresová dokumentace a vizualizace mostu, která poskytuje lepší představu o celé konstrukci.

Této diplomové práci jsem věnovala veškeré své úsilí s cílem dosáhnout těch nejlepších výsledků. Samotná práce mi byla přínosem jak v oblasti vědomostí, tak i zkušeností s kompletním návrhem. Věřím, že mé vynaložené úsilí se promítne na kvalitě samotné práce.

V Brně dne 13.1.2017

.....

podpis autora

Bc. Lucie Luberová

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

LITERATURA

- [1] Navrátil J.: *Předpjaté betonové konstrukce*, 2. vyd. Brno, Cerm 2008
- [2] Stráský J., Nečas R.: *Betonové mosty I - modul M01 - Základní principy navrhování*. VUT, Brno, 2006.
- [3] Klusáček L.: *Betonové mosty I - Modul M02 - Nosné konstrukce mostů*. VUT, Brno, 2006.
- [4] Panáček J.: *Betonové mosty I - Modul M03 - Spodní stavby a příslušenství mostních objektů*. VUT, Brno, 2006.
- [5] Zich, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódu*. Brno, Typos, 2010
- [6] Stráský J., Nečas R.: *Betonové mosty II – Technologie výstavby mostů*. VUT, Brno, 2007.
- [6] Stráský J., Nečas R.: *Betonové mosty II – Technologie výstavby mostů*. VUT, Brno, 2007.
- [7] Stráský J., Nečas R.: *Betonové mosty II – Vybrané problémy navrhování mostů*. VUT, Brno, 2007.

NORMY

- [1] ČSN EN 1990 *Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí* Praha: ČNI, 2004
- [2] ČSN EN 1991-1 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004
- [3] ČSN EN 1991-3 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: ČNI, 2005
- [4] ČSN EN 1991-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007
- [5] ČSN EN 1991-5 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou*. Praha: ČNI, 2005
- [6] ČSN EN 1991-6 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Obecná zatížení – Zatížení během provádění*. Praha: ČNI, 2006
- [7] ČSN EN 1991-7 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Obecná zatížení – Zatížení mimořádná zatížení*. Praha: ČNI, 2007

- [8] ČSN EN 1991-2 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou*. Praha: ČNI, 2005
- [9] ČSN EN 1992-1-1 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006
- [10] ČSN EN 1992-2 *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady* Praha: ČNI, 200

OSTATNÍ ZDROJE

- [1] Podklady zadání diplomové práce viz. příloha P1
- [2] Mapy.cz. *Mapy.cz*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://mapy.cz/>
- [3] Mapové aplikace. *Česká geologická služba*. [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>
- [5] FREYSSINET CS, a.s. *FREYSSINET CS, a.s.* [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz/>

SEZNAM PŘÍLOH

Textová část

P.1. Použité podklady a varianty řešení

P.1.1 Podklady

P.1.1.1 Podklady - Podélný řez územím,
niveleta zamýšlené dálnice M 1:500

P.1.1.2 Podklady - Příčný řez M 1:100

P.1.1.3 Zadání - Vrstevnicový plán území,
niveleta zamýšlené dálnice M 1:500

P.1.2 Varianty řešení

P.1.2.1 Studie A – Komorový nosník - Podélný řez M 1:500

P.1.2.2 Studie A – Komorový nosník - Příčný řez M 1:100

P.1.2.3 Studie A – Komorový nosník - Situace M 1:500

P.1.2.4 Studie B – Dvoutrámový nosník - Podélný řez M 1:500

P.1.2.5 Studie B – Dvoutrámový nosník - Příčný řez M 1:100

P.1.2.6 Studie B – Dvoutrámový nosník - Situace M 1:500

P.1.2.7 Studie C – Jednotrámový nosník - Podélný řez M 1:500

P.1.2.8 Studie C – Jednotrámový nosník - Příčný řez M 1:100

P.1.2.9 Studie C – Jednotrámový nosník - Situace M 1:500

P.2. Výkresy – přehledné, podrobné a detaily

P.2.1 Podélný řez M 1:250

P.2.2 Situace M 1:250

P.2.3 Příčný řez M 1:50

P.2.4 Výkres betonářské výztuže M 1:35

P.2.5 Výkres předpínací výztuže M 1:50

P.3 Stavební postup a vizualizace

P.3.1 Schéma fází výstavby, podélný řez M 1:500

P.3.2 Vizualizace grafický výstup

P.4. Statický výpočet

P.4.1. Statický výpočet

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Popisný soubor závěrečné práce VŠKP